

Schalleistung von Wohnungslüftungsgeräten - Anwendung verschiedener Messmethoden

Andreas Drechsler, Andreas Ruff

Hochschule für Technik, 70174 Stuttgart,

E-Mail: andreas.drechsler@hft-stuttgart.de - andreas.ruff@hft-stuttgart.de

Einleitung

Wohnungslüftungsgeräte gehören zur Standard-Anlagentechnik bei energetisch hochwertigen Neubauten und Sanierungen. Für die Passivhaus-Zertifizierung und die Leistungsprüfung gemäß DIN EN 13 141-7 [1] der Geräte ist die Bestimmung der Schalleistung notwendig. An der HFT Stuttgart werden seit einigen Jahren in Zusammenarbeit mit der HLK Stuttgart GmbH solche Schalleistungsmessungen an Wohnungslüftungsgeräten durchgeführt. Gemessen werden sowohl der Geräteschall, also die abgestrahlte Schalleistung des Gerätes, wie auch der Kanalschall, die abgestrahlte Schalleistung in den Kanal hinter jedem Luftstutzen. Je nach Gerät und Aufgabenstellung können unterschiedliche Messmethoden angewandt werden.

Im nachfolgenden Beitrag wird aus der Praxis berichtet. Es werden unterschiedliche Messmethoden diskutiert, die Messung des Kanalschalls mit reflexionsarmem Abschluss einer Messung in einem Raum mit schallharten Wänden gegenübergestellt und das Problem des Strömungsrauschens bei Messungen des Geräteschalls angesprochen.

Messmethoden

Üblicherweise wird die Schalleistung von Wohnungslüftungsgeräten nach genormten Verfahren im Freifeld oder im Diffusfeld gemessen. Einen Spezialfall stellt die in die Kanäle abgestrahlte Schalleistung, der sogenannte Kanalschall, der Geräte dar. Sie kann in einem Messkanal oder in einem Hallraum bestimmt werden. Im Folgenden werden einige maßgebliche Normen zur Bestimmung der Schalleistung aufgelistet:

- Hallraumverfahren nach DIN EN ISO 3741 [2].
- Vergleichsverfahren nach DIN EN ISO 3743-1, Messung in einem Prüfraum mit schallharten Wänden [3].
- Hüllflächenverfahren nach DIN EN ISO 3744 [4].
- Kanalschall im Messkanal nach DIN EN ISO 5136 [5].
- Kanalschall im Diffusfeld nach DIN EN 13141-7 [1].

Methodenvergleich Geräteschall

Die Messungen der Schalleistung von dezentralen Lüftungsgeräten [6] erfolgen an der HFT Stuttgart in einem Fensterprüfstand. In die Fensteröffnung des Prüfstandes wird hierzu eine zweischalige, hochschalldämmende Trockenbauwand und in diese wiederum das Lüftungsgerät eingebaut. Die Ansaug- bzw. Ausblasöffnung muss dabei mindestens 1 m über dem Boden sein. Der Einbau erfolgt flächenbündig. Nach der Messung des Lüftungsgerätes wird die Vergleichsschallquelle (RSS) in Höhe der Ansaug- bzw. Ausblasöffnung mit 1 m Abstand zur Wand positioniert und

die Vergleichsmessung durchgeführt. Abbildung 1 zeigt die Öffnung des Fensterprüfstandes der HFT Stuttgart mit einem eingebauten Lüftungsgerät.

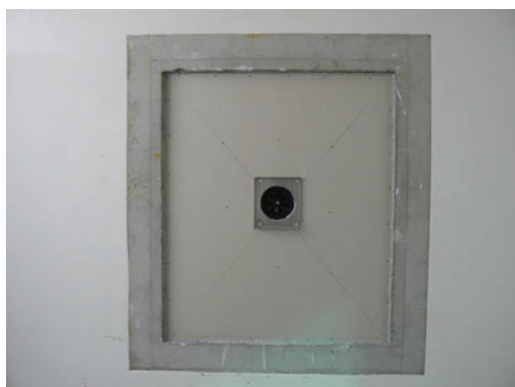


Abbildung 1: Dezentrales Lüftungsgerät im Fensterprüfstand der HFT Stuttgart.

Zum Vergleich der Messmethoden wurde ein dezentrales Lüftungsgerät zusätzlich nach dem Hüllflächenverfahren nach DIN EN ISO 3744 [4] gemessen. Bei diesem Verfahren wird das Lüftungsgerät in eine schallharte, reflektierende Wand im Halbfreifeldraum eingebaut. Das Flächengewicht der Wand muss dabei größer als 20 kg/m² sein. Die Ansaug- bzw. Ausblasöffnung soll mindestens 0,7 m über dem Boden liegen. Die Messung erfolgte auf einer quaderförmigen Hüllfläche mit dem Abstand $d = 1$ m.

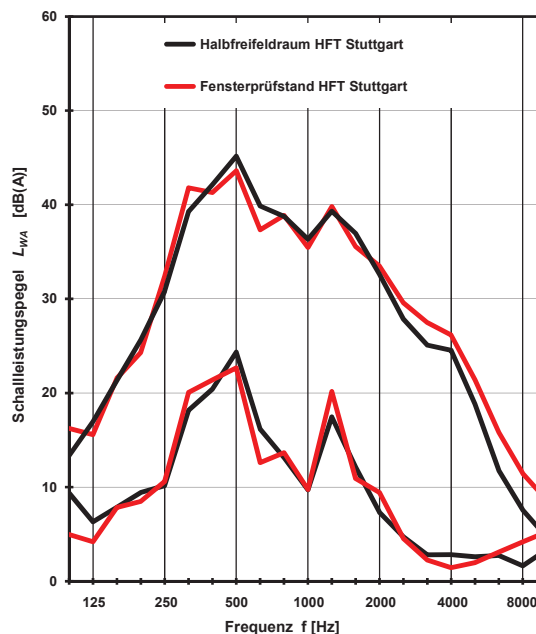


Abbildung 2: A-bewertete Schalleistungspegel L_{WA} eines dezentralen Lüftungsgerätes, Stufen 1 (untere Kurven) und 5 (obere Kurven), Vergleich der Messungen im Halbfreifeldraum (schwarz) und im Fensterprüfstand (rot) der HFT Stuttgart.

Die gemessenen Schallleistungspegel L_{WA} des Vergleiches für maximalen und minimalen Volumenstrom zeigt Abbildung 2. Der spektrale Verlauf stimmt sehr gut überein und die Einzahlwerte haben Unterschiede $\leq 0,5$ dB(A). Somit konnte nachgewiesen werden, dass auch im Fensterprüfstand Messungen mit hoher Genauigkeit durchgeführt werden können.

Methodenvergleich Kanalschall

Ein Wohnungslüftungsgerät verfügt über vier verschiedene Luftstutzen - Zuluft, Abluft, Fortluft und Außenluft - das Funktionsprinzip ist in Abbildung 3 schematisch dargestellt.

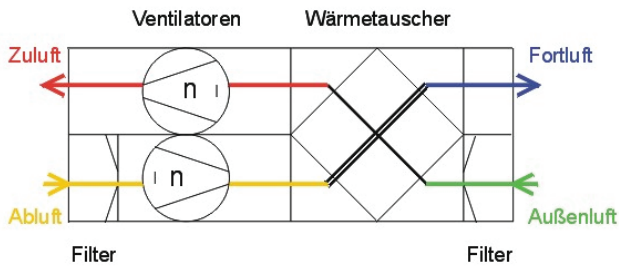


Abbildung 3: Schematische Darstellung der Funktionsweise eines Wohnungslüftungsgerätes - Quelle: www.hansdorfer.de

Der Kanalschall von Lüftungsgeräten kann gemäß DIN EN ISO 5136 [5] in einem Messkanal mit reflexionsarmem Abschluss bestimmt werden. An der HFT Stuttgart wurde im Rahmen einer Bachelorarbeit [7] ein solcher Kanal gebaut, getestet und in Betrieb genommen. Diesen Messkanal zeigt Abbildung 4.



Abbildung 4: Messkanal mit Lüftungsgerät (links) und reflexionsarmem Abschluss (rechts) im Halbfreieldraum der HFT Stuttgart.

Ein alternatives Verfahren wäre gemäß DIN EN 13141-7 [1] die Bestimmung des Kanalschalls im Diffusfeld. Diese Messmethode wird an der HFT Stuttgart wiederum im Fensterprüfstand durchgeführt. Das Lüftungsgerät befindet sich im Senderaum und der Kanal wird über eine starre, schallgedämmte Luftleitung in den Empfangsraum geführt. Der Kanalabschluss endet wandbündig im Empfangsraum. Siehe Abbildung 5, linke Seite Empfangsraum, rechte Seite Senderaum. Gemessen wird nach dem Vergleichsverfahren nach DIN EN ISO 3743-1 [3], zusätzlich ist eine Luftleitungsendkorrektur für den Übergang vom Kanal in den Raum mit einzurechnen. Die Berechnung dieser

Reflexionsverluste am offenen Kanalende wurde der DIN EN ISO 5135 [8] entnommen. Die gemessenen Schallleistungspegel L_{WA} des Vergleiches der Messungen im Kanal mit den Messungen im Fensterprüfstand nach dem Vergleichsverfahren zeigt Abbildung 6 für alle Luftleitungen (Zuluft, Abluft, Fortluft und Außenluft). Für Zuluft und Abluft sind die Ergebnisse der Messungen im Messkanal grau dargestellt, die Ergebnisse der Messungen nach dem Vergleichsverfahren hellblau. Für Fortluft und Außenluft sind die Messkanalmessungen orange und die Ergebnisse nach dem Vergleichsverfahren grün.



Abbildung 5: Bestimmung der Schallabstrahlung in die Kanäle im Fensterprüfstand der HFT Stuttgart. Links Messung im Empfangsraum, rechts Aufbau Lüftungsgerät mit Kanal im Senderaum.

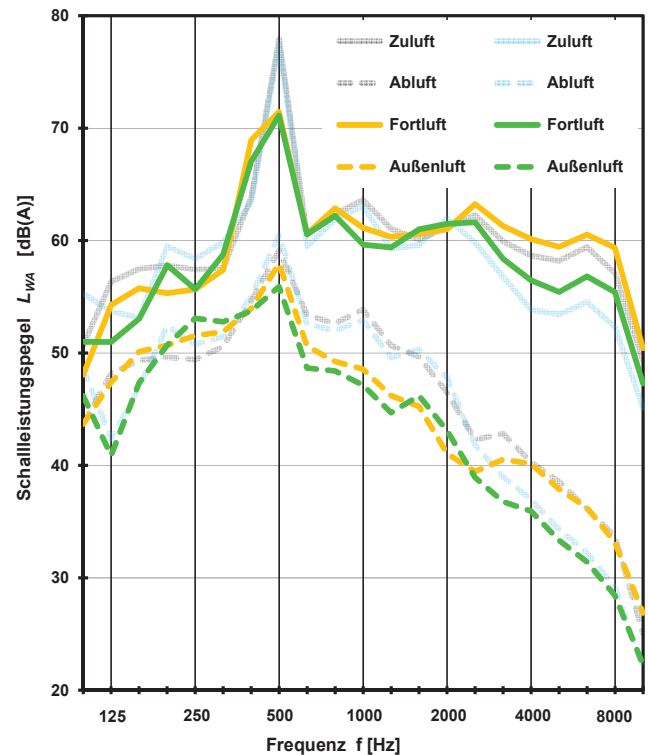


Abbildung 6: A-bewertete Schallleistungspegel L_{WA} des in die Kanäle abgestrahlten Schalls. Vergleich der Messungen im Messkanal (grau und orange) mit den Messungen nach dem Vergleichsverfahren (hellblau und grün). Ergebnisse für Zuluft, Abluft, Fortluft und Außenluft.

Die spektralen Verläufe der Schalleistungspegel stimmen im mittleren Frequenzbereich recht gut überein. Bei tiefen und hohen Frequenzen ergeben sich leichte Abweichungen. Die Einzahlwerte haben Unterschiede $\leq 1,0$ dB(A).

Strömungsrauschen bei der Messung von Geräteschall

Standard-Schalleistungsmessungen von Wohnungslüftungsgeräten werden an der HFT Stuttgart im Hallraum nach DIN EN ISO 3741 [2] durchgeführt. Die Norm für Leistungsprüfungen DIN EN 13141-7 [1] sieht hierzu vor, die Geräte im Raum zentral aufzustellen und die Luft über starre Luftkanäle und Öffnungen in Wänden oder Decke aus dem Raum zu führen. Dies ist jedoch eine sehr aufwändige Vorgehensweise und erfordert entsprechende Durchbrüche und Möglichkeiten, diese auch wieder dicht zu verschließen. Im Hallraum der HFT Stuttgart ist das nicht möglich, so dass eine alternative Methode zur Anwendung kommt. Die Luftwege werden über flexible Kunststoffleitungen kurz geschlossen und der Druckabfall pro Luftweg über Irisblenden eingestellt. Abbildung 7 zeigt den Aufbau an einem Beispiel.



Abbildung 7: Wohnungslüftungsgerät mit flexiblen Kunststoffleitungen und Irisblenden in jedem Luftweg. Aufbau im Hallraum der HFT Stuttgart.

Diese Vorgehensweise führt allerdings zu erhöhten Strömungsgeräuschen, die über die Kunststoffleitungen abgestrahlt werden. Es musste also eine flexible Methode gefunden werden, die Strömungsgeräusche abzdämmen um ausschließlich den Geräteschall zu messen. Abbildung 8 zeigt zwei Möglichkeiten, die im Rahmen einer Bachelorarbeit [9] untersucht wurden: Die Einhausung der flexiblen Kanäle mit Schalldämm-Matten und die Nutzung von flexiblen Rohrschalldämpfern.

Abbildung 9 zeigt die Einfügungsdämmungen dieser zwei Methoden und zusätzlich das Spektrum der Strömungsgeräusche, das durch eine fast geschlossene Irisblende verursacht wird. Beide Methoden sind demnach gut geeignet, die Strömungsgeräusche weitestgehend zu reduzieren und so eine Messung in guter Übereinstimmung mit der Norm zu gewährleisten.

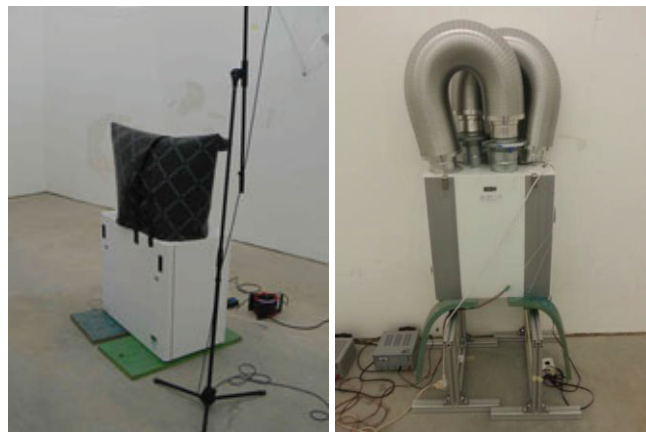


Abbildung 8: Methoden zur Reduktion der Abstrahlung von Strömungsgeräuschen über die Luftkanäle. Links Einhausung durch Schalldämm-Matten, rechts flexible Rohrschalldämpfer.

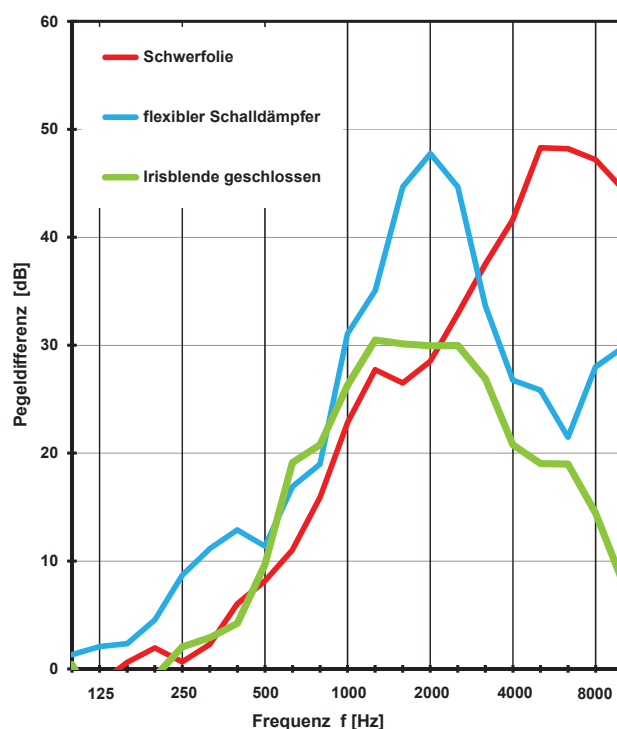


Abbildung 9: Einfügungsdämmungen unterschiedlicher Methoden zur Reduktion von Strömungsgeräuschen. Rot - Einhausung durch Schalldämm-Matten (Schwerfolien), blau - flexible Rohrschalldämpfer. Die grüne Kurve zeigt das Spektrum der Strömungsgeräusche, verursacht durch eine fast geschlossene Irisblende.

Gemessene Schalldruckpegel mit und ohne Strömungsgeräuschen zeigt Abbildung 10 exemplarisch. Es ist deutlich erkennbar, dass die von den Luftleitungen abgestrahlten Geräusche oberhalb von 500 Hz signifikant werden und ihren Schwerpunkt bei mittleren und hohen Frequenzen haben.

Als Alternative zu der Einhausung mittels Schalldämm-Matten und den flexiblen Rohrschalldämpfern wurde noch die Kapselung der Kunststoffleitungen mit Gipskartonplatten untersucht. Die Ergebnisse dazu waren zwar prinzipiell vielversprechend, allerdings ist diese Art der Einhausung sehr aufwändig, da die entsprechenden Gipskartonkästen individuell für jedes Gerät neu angefertigt werden müssen.

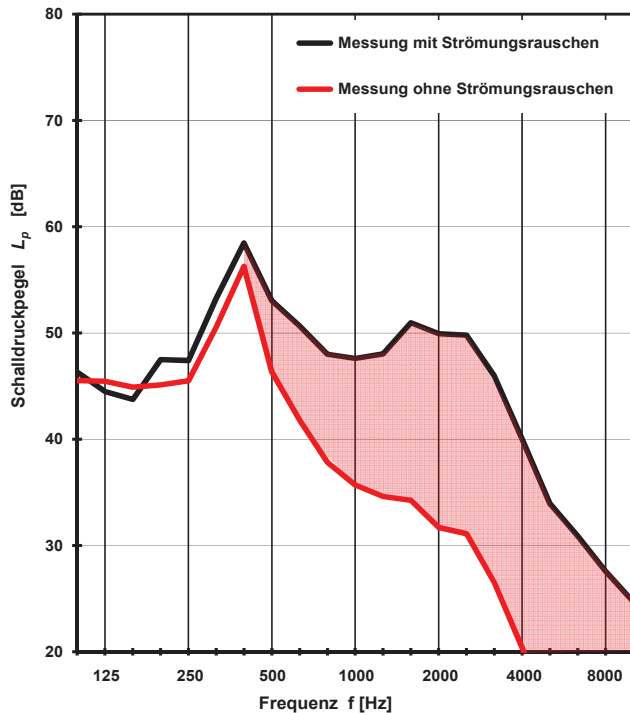


Abbildung 10: Messungen der Schalldruckpegel von einem Lüftungsgerät im Hallraum mit Strömungsrauschen (schwarze Kurve) und nach Reduktion der Strömungsgeräusche durch Einhausung mit Schalldämm-Matten (rote Kurve).

Für die praktische Anwendung bei Messungen von unterschiedlichen Lüftungsgeräten an der HFT Stuttgart hat sich die Einhausung der Kunststoffleitungen mit Schalldämm-Matten als die geeignetste Methode erwiesen.

Zusammenfassung

Es konnte gezeigt werden, dass Messungen der Schalleistung nach dem Vergleichsverfahren [3] sowohl für den Geräteschall, wie auch für den Kanalschall, gute Ergebnisse liefern.

Die Reduktion von Strömungsgeräuschen ist alternativ zu starren Luftleitungen auch mit flexiblen Schalldämpfern oder durch Einhausung mit Schalldämm-Matten möglich. Diese Methoden sind gut an unterschiedliche Gerätekonfigurationen anpassbar.

Fazit

Unterschiedliche Gerätetypen, Gerätekonfigurationen und Messaufgaben machen flexibel anpassbare Prüfmethode notwendig. Der Vergleich angepasster Prüfmethode mit den „klassischen“ Methoden nach dem Hüllflächenverfahren oder im Messkanal zeigt die prinzipielle Anwendbarkeit solcher Prüfmethode.

Literatur

- [1] DIN EN 13141-7, Lüftung von Gebäuden – Leistungsprüfungen von Bauteilen/Produkten für die Lüftung von Wohnungen - Teil 7: Leistungsprüfung von mechanischen Zuluft- und Ablufteinheiten (einschließlich Wärmerückgewinnung) für mechanische Lüftungsanlagen in Wohneinheiten (Wohnung oder Einfamilienhaus), Januar 2011
- [2] DIN EN ISO 3741, Bestimmung der Schalleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen - Hallraumverfahren der Genauigkeitsklasse 1, Januar 2011
- [3] DIN EN ISO 3743-1, Bestimmung der Schalleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen - Verfahren der Genauigkeitsklasse 2 für kleine, transportable Quellen in Hallfeldern - Teil 1: Vergleichsverfahren in einem Prüfraum mit schallharten Wänden, Januar 2011
- [4] DIN EN ISO 3744, Bestimmung der Schalleistungspegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen - Hüllflächenverfahren der Genauigkeitsklasse 2 für ein im Wesentlichen freies Schallfeld über einer reflektierenden Ebene, Februar 2011
- [5] DIN EN ISO 5136, Akustik – Bestimmung der von Ventilatoren und anderen Strömungsmaschinen in Kanäle abgestrahlten Schalleistung - Kanalverfahren, November 2009
- [6] Drechsler, A. et al.: Schalleistungsmessung von dezentralen Lüftungsgeräten, DAGA 2016, Aachen, März 2016
- [7] Schartner, A.: Konstruktion eines reflexionsarmen Abschlusses für Schalleistungsmessungen in Kanälen, Bachelorarbeit an der HFT Stuttgart, 2009
- [8] DIN EN ISO 5135, Bestimmung des Schalleistungspegels von Geräuschen von Luftdurchlässen, Volumendurchflussreglern, Drossel und Absperrelementen durch Messungen im Hallraum, Februar 1999
- [9] Gerlinger, M.: Vergleich und Validierung unterschiedlicher Methoden zur Bestimmung der Schalleistung, Bachelorarbeit an der HFT Stuttgart, 2013